Zimny, Henryk / Redakcja

Problemy upraw roślin w strefach imisji przemysłowych

Notatki Płockie 28/4-117, 39-43

1983

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MUZEUM HISTORII POLSKI

HENRYK ZIMNY

Problemy uprawy roślin w strefach imisji przemysłowych

12 listopada 1982 r. w siedzibie Towarzystwa Naukowego Płockiego odbyła się sesja naukowa nt. „Określenie zasad gospodarowania na terenach zagrożonych emisjami przemysłowymi ze szczególnym uwzględnieniem upraw warzyw, krzewów i drzew owocowych", którą zorganizował Zespół Ochrony Środowiska przy Komitecie Nauk Ogrodniczych PAN, Dyrekcję Mazowieckich Zakładów Rafineryjnych i Petrochemicznych w Płocku, Towarzystwo Naukowe Płockie oraz Wojewódzki Zarząd Ligi Ochrony Przyrody w Płocku. W skład Komitetu organizacyjnego sesji wchodzili: przewodniczący honorowy — mgr Czesław Dolasiński, dyrektor MZRiP, przewodniczący naukowy — prof. dr hab. Henryk Zimny (SGGW-AR), członkowie: C. Bocianowska-Zaic (MZRiP), dr inż. Jakub Chojnacki (TNP), dr hab. W. Nowakowski (sekretarz) — SGGW, mgr Władysław Skalny (MZRiP).

W czasie Sesji wygłoszono 7 następujących referatów naukowych:

1. *„Problemy uprawy roślin w strefach imisji przemysłowych" — prof. dr hab. H. Zimny, SGGW-AR Warszawa;*
2. *„Krytyczne górne zawartości siarki i innych składników pokarmowych w glebie i roślinach warzywnych" — prof. dr hab. O. Nowosielski, Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach;*
3. *„Wpływ emisji przemysłowych na mikroorganizmy, rozważany w aspekcie homeostazy gleby" — prof. dr hab. L. Badura, dr R. Galimska-Stypa, dr B. Górska, dr J. Pacha — Uniwersytet Śląski, Katowice;*
4. *„Metale ciężkie w glebach i niektórych warzywach ogródków działkowych" — doc. dr hab. K. Czarnowska, SGGW-AR, Warszawa;*
5. *„Wpływ przemysłu petrochemicznego na skład chemiczny warzyw, drzew i krzewów w otoczeniu MZRiP w Płocku" — doc. dr hab. E. Biernacka, prof. dr hab. S. Liwski, dr L. Pawlak — SGGW-AR, Warszawa;*
6. *„Wykorzystanie odpadowych substancji organicznych do polepszenia właściwości gleb na terenach zagrożonych emisjami przemysłowymi" — doc. dr hab. A. Kropisz, SGGW-AR, Warszawa;*
7. *„Zalecenia agrotechniczne dla strefy ochronnej MZRiP w Płocku na tle kilkuletnich badań w tym rejonie" — dr hab. W. Nowakowski, SGGW-AR, Warszawa.*

Udział w Sesji wzięło 47 osób zainteresowanych problemami ochrony środowiska z rejonu Płocka oraz z innych ośrodków w kraju. Poniżej drukujemy referat prof. dra hab. Henryka Zimnego.

REDAKCJA

Do biosfery dopływa stale znaczna ilość zanieczyszczeń w postaci związków stałych, płynnych i gazowych. Źródłem zanieczyszczeń jest przemysł, gospodarka komunalna i transport. W Polsce głównym źródłem zanieczyszczeń atmosfery jest przemysł, a szczególnie energetyczny, metalurgiczny, chemiczny i materiałów budowlanych.

Ze źródeł przemysłowych emitowane jest rok rocznie około 2,5 mln ton pyłów i około 5 mln ton zanieczyszczeń gazowych. W zanieczyszczeniach pyłowych dominują związki wapnia i tlenki metali, zaś w gazach tlenki siarki i tlenki węgla. Zróżnicowanie chemiczne imisji zależy od rodzaju przemysłu i wielkości zakładu. Zanieczyszczenia przemysłowe emitowane do atmosfery wywołują bezpośrednie zagrożenie układów ekologicznych.

Stan zagrożenia imisji przemysłowych

Stan zagrożenia terenów czynnikami toksycznymi zależy od stopnia oraz rodzaju emisji. Jak wykazały badania, zanieczyszczenia gazowe i pyłowe wywierają określony wpływ w promieniu od kilkuset metrów od źródeł emisji do kilkunastu kilometrów np.: w rejonie MZRiP w Płocku zasięg znaczny stężeń sięga 1,0—1,5 km (Zimny 1982), w rejonie Śląska od 3 km do 10 km (Warteresiewicz 1978, Roszyk 1978, Szalonek 1978). Na podstawie analizy teledetekcyjnej z satelity LANDSAT, E. Tomaszewski (1982) stwierdził, że rafineria płocka rozprowadza dymy i pyły przemysłowe na odległość około 20 km. Są to dość znaczne odległości obejmujące obszary rolnicze, ogrodnicze, a także osadnicze.

Skutki skażenia atmosfery

Ogólnie skutki zanieczyszczeń przemysłowych atmosfery można sprowadzić do deformacji gleby, obniżenia produkcji biomasy roślinnej, skażenia plonu, a także totalnego zniszczenia upraw.

Proces oddziaływania skażeń przemysłowych jest funkcją złożoną, działa synergistycznie i długofalowo. Działanie tych zanieczyszczeń

zakłóca przebieg podstawowych procesów życiowych takich, jak: fotosynteza, respiracja i transpiracja (Kondo, Marota, Szugahra i inni — 1980).

Skażenie gleby

Gleba jest podstawowym środowiskiem ekosystemów lądowych. Jest fundamentem zbudowanym przez miliony pokoleń roślin i zwierząt dla roślin.

Skażenia gleby między innymi zachodzą poprzez obciążenia zawarte w opadach atmosferycznych (Vermeulen 1978, Żukowska-Wieszczek i Zimny 1980, Zimny i Żukowska-Wieszczek 1978 i inni).

Jak wykazały nasze badania w rejonie Płocka i w Warszawie skażenie wód jonami ustawionymi w szeregu malejącym kształtowało się następująco:

a) Płock — S (SO_4) > Ca > Na > K > Mg < Zn > Cu > Cl

b) Warszawa — Ca > S (SO_4) > Na > K > Cl > Mg > Mn > Zn > Pb

Odczyn wód opadowych kształtował się w granicach pH 3,5—5,0. Zanieczyszczenia te deformowały podstawowe procesy glebowe czego objawem okazały się obniżone aktywności enzymów z grup dehydrogenaz oraz ureazy.

Gleba jest układem kompleksowym i jej deformacja ma wpływ na produkcję plonów, zaś skutki mogą okazać się nieodwracalne. Do szczególnie niebezpiecznych zalicza się pierwiastki: ołów, rtęć, kadm, wanad, stront, miedź, a z gazowych zanieczyszczeń: fluor, siarkę oraz węglowodory.

Wpływ skażeń na roślinność uprawną

Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego tlenkami siarki, węgla, związkami fluoru, węglowodorami i tlenkami metali wywołują zmiany ilościowe i jakościowe w produkcji roślinnej.

Wpływ na plonowanie roślin

Rośliny uprawne wymagają określonych warunków do wzrostu i rozwoju. Zakłócenia w chemizmie i biologii gleby, w składzie atmosfery, wpływają na zaburzenia wzrostu i rozwoju roślin. Negatywny wpływ emisji przemysłowych na plonowanie roślin stwierdzili między innymi: Przybylski (1977), Kochniarz i Kosicka (1978), Warteresiewicz (1978), Szalonek (1978) Zimny i inni (1974) oraz Krause (1980).

Badania doświadczalne przeprowadzone przez Tingeya i innych (1971) oraz Krausego (1980) wykazały, że działanie synergistyczne różnych gazów i pyłów jest bardziej toksyczne dla roślin niż poszczególnych związków.

Ponieważ w środowisku przyrodniczym brak jest działania selektywnych toksyn, a skażenia mają charakter mieszaniny związków, efekty na uprawy są wynikiem synergistycznych działań.

Badania przeprowadzone przez Krausego (1980) wykazały, że takie związki jak: arsen, wanad i miedź stosowane selektywnie nie wpływały na obniżenie plonów, zaś użyte kompleksowo obniżyły plonowanie pomidorów o 28—39%, rzodkiewki (korzenie) 22—81% i sałaty 17—24%.

Negatywny wpływ tlenków siarki na plonowanie pszenicy ozimej i żyta stwierdził w rejonie fabryki kwasu siarkowego Przybylski (1977). Podobne zjawiska w rejonie zakładów przemysłowych obserwowali i inni badacze np.: Zimny i wsp. (1974), Kochniarz i Kosicka (1978), Warteresiewicz (1978) i inni.

Pod wpływem skażenia atmosfery tlenkami siarki plony obniżyły się w granicach:

dla zbóż 30—90%, buraków cukrowych 20—80%, rzepaku jarego 20—60%, ziemniaka około 60%.

Straty te związane były ze zróżnicowaniem stężeń SO_2 w atmosferze. Wysoko toksyczny charakter, jak wykazały badania Szalonek (1978) i innych, wykazują związki fluoru. Uprawiane rośliny w rejonie huty cynku zmniejszały plonowanie dość znacznie przy koncentracji fluoru 1000 do 3000 μg F/100 cm^2:

ziemniak 60%, bób 50%, burak 45%, koniczyna 40%, jęczmień 36%.

Badania innych autorów wykazały także ujemny wpływ na plonowanie upraw zanieczyszczonych pyłami cementowni (Puskas i Jedlickowa 1973, Toth i Hanus 1974).

Wpływ zanieczyszczeń przemysłowych na jakość plonów

Uprawne rośliny w strefach imisji przemysłowych reagują nie tylko zniżką plonów, ale także akumulacją związków toksycznych w tworzonej biomasie. Akumulacja toksyn zależna jest od jakości związku, jego stężenia, gatunku roślin, a także od organu rośliny.

Skażenie upraw związkami siarki

Tlenki siarki stanowią 60 do 80% wszystkich emitowanych zanieczyszczeń gazowych. Zawartość siarki w biomasie roślin jest zróżnicowana i zależy ona od stężenia siarki w powietrzu, od odległości ekspozycji oraz od gatunku i organu rośliny (Warteresiewicz 1978 i inni, Zimny i Sikora 1980).

Jak wykazały badania, zawartość siarki kształtuje się w granicach od setnych części procenta do kilku procent. Szczególnie dużo siarki akumulują rośliny z rodziny krzyżowych oraz seler, gryka, słonecznik w liściach, liście i owoce jabłoni, sałata, fasola, zaś małe ilości pszenica (zarówno w słomie jak i ziarnie).

Skażenie roślin tlenkami azotu

Tlenki azotu są związkami emitowanymi w znacznie mniejszej ilości niż tlenki siarki. Źródłem tych zanieczyszczeń są procesy spalania paliw płynnych, stałych i gazowych. Związki te wykazują jednak znacznie większą toksyczność niż tlenki siarki. Są one również prekursorami nitrozoamin — związków karcinogennych (Hiller 1977, Juszkiewicz i Kowalski 1977).

Jak wykazały badania warzyw znajdujących się w handlu w Łodzi, zawartość azotanów wahała się w granicach od 8 do 11 mg w formie KNO_3 (kg warzyw, Hiller 1977). Zgodnie z badaniami tego autora do roślin akumulujących znaczne ilości azotanów należą: burak, rzodkiewka, sałata, koper, szpinak, marchew i kalarepa.

Wg naszych badań przeprowadzonych w Płocku i Warszawie zawartość azotanów kształtowała się w granicach od 0,02—0,29%. Najwyższe ilości stwierdzono w korzeniach rzodkiewki uprawianej w Płocku, średnie ilości w korzeniach buraka uprawianych w Warszawie (Wilanów) oraz małe ilości w owocach ogórka, zarówno w Płocku jak i w Warszawie (Wilanów).

Skażenie roślin związkami fluoru

W Polsce (1980) emitowano do atmosfery około 4 tys. ton związków fluoru, co stanowi 0,1% ogółu emitowanych gazów. W USA emitowanych było rocznie około 200 tys. ton co stanowi 1,0% emitowanych gazów. Aczkolwiek procentowy udział w emisji związków fluoru jest znikomy to toksyczność tych związków jest wyjątkowo wysoka.

Związki fluoru łatwo przenikają do tkanek roślinnych i akumulują się w biomasie. Jak wykazały badania zawartość związków fluoru w roślinach wykazuje wprost proporcjonalną korelację do stężeń fluoru w atmosferze. Największe ilości fluoru rośliny akumulują w strefie najbliżej źródeł emisji (Miciński 1971, Szalonek 1978). Rozkład ilościowy fluoru w roślinie jest podobny do innych toksyn.

Zawartość fluoru w roślinach uprawnych w rejonie huty cynku kształtowała się w granicach od 20 ppm do 4544 ppm. Do roślin bogatych w związki fluoru, wg badań Mycińskiego (1971) i Szalonek (1978), zaliczyć należy: śliwę, jabłoń, burak pastewny, lucernę. Średnio zasobnych: burak ćwikłowy, gruszę, kukurydzę, siano i kapustę, zaś mało zasobnych — koniczynę.

Skażenie plonu fluorem może być powodem dyskwalifikacji plonu.

Skażenie roślin węglowodorami

Źródłem skażenia powietrza związkami węglowodorowymi są: przemysł petrochemiczny i transport spalinowy. Z węglowodorów szczególnie groźnym jest 3.4-benzo(a)piren.

Przeprowadzone badania przez zespół pracowników Katedry Ochrony Środowiska SGGW—AR wykazały, że zawartość BaP w biomasie roślin wahała się w granicach od 5 do 73 μg/100 g s.m. (Zimny, Nowakowski 1977). Znacznie większe ilości tego związku stwierdzono w roślinach uprawianych w szklarni na terenie MZRiP w Płocku (90,1—125,6 μg/100 g s.m.).

Jak wykazały badania Fritza i Engsta (1971) sałata jest szczególnie chłonna na BaP. Stwierdzili oni w biomasie sałaty uprawianej w rejonie zakładów petrochemicznych 150 μg/kg s.m., zaś w rejonie miasta tylko 23 μg/kg s.m.

Badania nad działaniem węglowodorów są stosunkowo skromne i wymagają więcej uwagi.

Skażenie plonu tlenkami metali

Ogólnie należy stwierdzić, że skażenie plonu metalami ciężkimi zachodzi w znacznym stopniu w strefach od 2 do 4 km od zakładów przemysłowych i 5 do 30 m od tras komunikacyjnych.

Jak wykazały badania (Baran 1975) w rejonie huty cynku największe ilości metali znaleziono w sałacie, znacznie mniej w korzeniach marchwi, zaś stosunkowo mało w życie. Badania Roszaka (1978) w rejonie huty miedzi wykazały, że największe ilości metali wystąpiły w częściach nadziemnych roślin i ziarnie zbóż w strefie do 2 km od źródeł emisji.

Badania Curzydło (1979) wykonane w rejonie Krakowa wykazały duże zróżnicowanie zawartości ołowiu w liściach roślin. Stwierdzono, że w promieniu 60 km stężenie ołowiu wahało się w liściach roślin od 1,40 ppm do 105,0 ppm s.m. Największe ilości ołowiu występowały w liściach sałaty i ziemniaka, zaś najmniejsze w trawach i wewnętrznych liściach kapusty.

Również transport spalinowy jest źródłem skażenia środowiska związkami ołowiu. Liczne badania prowadzone w kraju i za granicą wskazują na duże zagrożenie upraw w strefie 10—30 m od autostrady (Quinche, Curzydło 1972).

Skażenie roślin metalami ciężkimi obniża ich wartość użytkową i zagraża pośrednio lub bezpośrednio zdrowiu i życiu człowieka.

Problemy odporności roślin na czynniki degradujące

Liczne badania prowadzone nad wpływem skażenia atmosfery na wzrost i rozwój roślin wykazują zróżnicowaną reakcję gatunków i odmian zarówno dziko rosnących roślin jak i uprawianych. Zjawiska te stwierdzono także w badaniach prowadzonych w Katedrze Ochrony Środowiska SGGW—AR.

W literaturze naukowej występują syntetyczne opracowania na temat wrażliwości roślin na określone toksyny. Między innymi Jeffree (1980) zestawił wyniki licznych badaczy nad

wrażliwością roślin uprawnych na SO_2. Podzielił on zbadane rośliny na 4 grupy: bardzo wrażliwe, wrażliwe, mało wrażliwe, odporne.

Z 40 gatunków tylko 3 oceniono jako względnie odporne, zaś 27 jako wrażliwe i bardzo wrażliwe. Do odpornych zakwalifikowano: kukurydzę, seler i rzepak, zaś do bardzo wrażliwych: cykorię, sałatę, rajgras, rzodkiewkę, żyto, rabarbar, rzepę i paprykę.

Problem odporności roślin jest nadal otwarty. Brak jest bowiem w przyrodzie gatunków roślin znoszących zbyt duże stężenie oraz odporność na mieszaniny toksyn. Synergistyczne bowiem działanie jest wielokrotnie groźniejsze od działania selektywnych związków.

Normy dopuszczalnych stężeń w biomasie toksyn

W ostatnich latach w wielu krajach prowadzono badania nad określeniem dopuszczalnych stężeń związków toksycznych w biomasie roślin. Wyniki tych badań wskazują na złożoność problemu. Dopuszczalne normy nie zawsze są bezpieczne dla zdrowia i życia organizmów konsumenta np.: w EWG dopuszcza się do konsumpcji pasze o zawartości 50 ppm fluoru. Stężenie to wywołuje jednak ujemne skutki u zwierząt hodowlanych i powoduje straty w hodowli. Podobne zjawiska występują w dopuszczalnych stężeniach niektórych metali ciężkich. Musimy sobie uświadomić, że rolnictwo nie działa w próżni, że produkcja żywności odbywa się w konkretnych warunkach zagrożeń płynących z przemysłu i transportu, że skażenia mają charakter synergiczny i że w biomasie roślin występują kompleksy związków. Normy więc wymagają odpowiednich korekt i dokładniejszego rozpoznania.

Musimy jeszcze pamiętać, że samymi dopuszczalnymi normami stężeń problemu nie rozwiążemy. Musi nastąpić likwidacja nadmiernych stężeń substancji toksycznych w atmosferze — jest to konieczne i niezbędne w ratowaniu zagrożenia pośredniego i bezpośredniego człowieka.

Obieg toksyn

Emitowane zanieczyszczenia do atmosfery skażają biomasę roślin i stanowią zagrożenie dla organizmu ludzkiego, który jest jednym z głównych ogniw w obiegu materii w agroekosystemie.

Organizm człowieka jest głównym filtrem skażonego pokarmu. Skażenia te obejmują szereg związków o wyjątkowej sile działania, takich jak: fluor, arsen, kadm, ołów, stront i inne. Toksyny te mają charakter nie tylko karcinogenny, ale także mutagenny. Zagrażają więc nie tylko zdrowiu organizmu, ale także dalszym naszym pokoleniom i to przez długie lata. W przyrodzie nic nie ginie, puszczone w obieg związki przechodzą przez wszystkie ogniwa, krążąc nawet gdy ograniczymy ich dopływ. O konsekwencjach wzmożonego obiegu toksyn musimy dziś szczególnie pamiętać.

Wnioski

Emisje przemysłowe wywierają kompleksowy wpływ na strukturę i funkcjonowanie ekosystemów, także i rolniczych.

Ekologicznych efektów zanieczyszczeń nie można kalkulować jako szkody doraźne, lecz jako długofalowy proces oparty na akumulacji toksyn i ich obiegu między środowiskiem, a biotycznym komponentem i człowiekiem. Ogólnie wpływ zanieczyszczeń powietrza sprowadzić możemy do ograniczenia sprawności podstawowych procesów, jakimi są w ekosystemach procesy syntezy, metabolizmu i dekompozycji.

Wpływ skażeń atmosfery wywołuje więc:

1. Ograniczenie produkcji pierwotnej — plonu.
2. Skażenie chemiczne plonu i obniżenie jego wartości.
3. Włączenie toksyn w obieg ekologiczny.
4. Skażenie gleb i zaburzenia w podstawowych procesach biochemicznych w glebach.

Szczególnie niebezpiecznym zagrożeniem jest skażenie gleb, gdyż akumulacja skażeń prowadzi do degradacji gleb, a procesy mogą okazać się trwałe i nieodwracalne.

LITERATURA

[1] Baran S., *Zanieczyszczenie środowiska w obszarze o intensywnym rozwoju procesów urbanizacyjnych i industrializacyjnych.* Materiały z sympozjum naukowego pt. *Ochrona Środowiska Miejskiego* Warszawa 1975, SGGW-AR, s. 290—304.

[2] Curzydło J., *Skażenie roślin ołowiem spalin samochodowych przy drogach regionu krakowskiego.* Acta Agraria et Silvestria, Seria Agraria vol. XVIII/2, 1979.

[3] Hiller A., *Zawartość azotynów i azotanów w niektórych środkach spożywczych znajdujących się w handlu detalicznym w Łodzi,* «Problemy Higieny», Łódź 1977.

[4] Juszkiewicz T., Kowalski M., *Źródła nitrozoamin w żywności pochodzenia zwierzęcego.* «Problemy Higieny», Łódź 1978.

[5] Kochniarz M., Kosicka M., *Oddziaływanie SO_2 na człowieka, zwierzęta i rośliny,* «Biuletyn IKS», Warszawa, nr 6, 1978.

[6] Kondo N., Akiyama Y., Fujiwara M., Sugahara K., *Sulfite oxidizing activities in plants. Studies on the effects of air pollutants on plants and mechanisms of phytotoxicity.* Resp. Rep. Natl. Inst. Environ Stud. 11 : 137—150, 1980.

[7] Kondo N., Marota J., Sugahara K. *Abscisic acid-dependent changes in transpiration rate*

with SO_2 fumigation and the effects of sulfite and pH on stomatal aperture. Studies on the effects of air pollutants on plants and mechanisms of phytotoxicity. Resp. Rep. Natl. Inst. Environ. Studies 11 : 129—136, 1980.

8 Krause G. H. M., *Effects of vanadium, arsenic and cooper on vegetation.* United Nation E.C.E. Papers presented to the symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation. Warsaw, p. 219—220, 1980.

9 Miciński B., *Szkodliwość wyziewów przemysłowych związków fluoru dla roślinności na przykładzie Huty Aluminium w Koninie,* «Biul. Inst. Ochr. Roślin», z. 50, 1971.

10 Przybylski Z., *Wyniki kilkuletnich badań nad wpływem skażonego powietrza tlenkami siarki na agrocenozy,* «Kosmos» ser. A, t. 26, nr 3, 1977.

11 Quinche I.P., Curzydło J., *La pollution des prairies autour de l'autoroute Lausanne-Genève par le plomb des gaz d'echappement des vehicule automobiles.* «Revue Suisse d'agriculture» n. 6, 1977.

12 Roszyk E., *Zanieczyszczenie gleb i roślin uprawnych Pb, Cu i Zn w rejonie Huty Miedzi,* «Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych», z. 206, PWN Warszawa, 1978.

13 Szalonek I., *Wpływ związków fluoru na rośliny i ich siedliska w rejonach imisji,* «Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych», z. 206, PWN Warszawa, 1978.

14 Tingey D. T. i in., *Vegetation injury from the interaction of nitrogen dioxide and sulfur dioxide.* «Phytopatology» 61, 12, 1971.

15 Toth J., Hanus J., *Sledovanie ucnkov na niektorych plonohospodarskych plodinach v imisnom areali cementarne,* «Polnohospodarstvo» 20, cis. 4, 1974.

16 Vermeulen A., *Acid precipitation in the Netherlands,* «Environ. Sci. and Tech.» 12 : 1017—1021, 1978.

17 Warteresiewicz M., *Wpływ dwutlenku siarki na rośliny,* «Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych», z. 206, PWN Warszawa, 1978.

18 Zimny H. i in., *Badania ekologiczne nad strukturą upraw w strefie ochronnej MZRiP w Płocku.* Maszynopis w Instytucie Ochrony Środowiska SGGW-AR Warszawa, 1974.

19 Zimny H., Nowakowski W., *Wpływ emisji przemysłu petrochemicznego na zawartość 3,4-benzopirenu w kilku gatunkach warzyw,* «Problemy Higieny». Mat. konf. naukowej *75-lecie działalności Oddziału Łódzkiego PTH,* s. 96—103, 1977.

20 Zimny H., Nowakowski W., *Zawartość azotu ogólnego i azotanowego w kilku gatunkach warzyw uprawianych w strefie oddziaływania emisji przemysłu petrochemicznego,* «Problemy Higieny». Mat. Konf. nauk. RWPG *Karcynogeny w otaczającym środowisku i badanie potencjalnej rakotwórczości związków chemicznych,* s. 172—182, 1979.

21 Zimny H., Sikora B., *The effects of pollution on the quality of agriculture and forest products.* United Nations E.C.E. Papers presented to the symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, p. 160—188, Warsaw, 1980.

22 Zimny H., Żukowska-Wieszczek D., *Plant biotest in the detection of the snowfall deterioration in Warsaw.* Proceedings of the IIIrd Inter. Confer. Bioindicat. Deteriorisat. Regions Sept. 1977, Lublice Czechoslov. 1980.

23 Żukowska-Wieszczek D., Zimny H., *Plant biotests in the bioindication of the rainfall pollution in an oil refinery region,* «Plant and soil» 55 : 32—35, 1980.

24 Żukowska-Wieszczek D., *Bioindication of soil pollution on urban area.* «Ekol. Pol.» 28 : 267-283, 1980.

25 Tomaszewski E., *Środowisko geograficzne okolic Płocka obserwowane z satelity,* «Notatki Płockie» 1(110) : 35—40, 1982.